ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 AVRIL 1925.

PRÉSIDENCE DE M. E.-L. BOUVIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. le Professeur **Mollerup**, de l'École polytechnique de Copenhague, qui assiste à la séance.

NOMINATIONS.

M. **Gabriel Bertrand** est désigné pour représenter l'Académie à la réunion où, sur l'initiative de la *Royal Institution of Great Britain*, sera célébré le centenaire de la *découverte du benzène* par Faraday.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

NAVIGATION AÉRIENNE. — *Avec la mission De Goys, de Paris à Gao.* Note de M. **Le Prieur**, présentée par M. Laubeuf.

L'Académie m'a décerné une part importante du prix extraordinaire de Mécanique en 1924 pour mes appareils de navigation : le « traceur de routes » appliqué sur un de nos cuirassés et le « navigraphe » destiné à corriger sur les avions la dérive due au vent.

Ce dernier avait été déjà appliqué sur un avion de la ligne Paris-

Bruxelles-Amsterdam : un essai avait été effectué dans des conditions atmosphériques très mauvaises et avait montré la valeur pratique du navigraphe.

L'Académie apprendra sans doute avec intérêt que deux navigraphes ont été installés sur les avions *Roland-Garros* et *Jean-Casale* de la mission de Goys, accomplie du 18 janvier au 5 février 1925, et ont donné toute satisfaction.

Le parcours Paris-Gao est d'environ 4000^{km}. Les étapes faites au-dessus de la France, de l'Espagne et de l'Algérie ont été faites par l'observation directe. Le navigraphe a été employé à titre de comparaison. Il donnait la direction et l'intensité du vent, ce qui aurait permis de continuer la route au cas où l'identification des points survolés aurait été momentanément rendue impossible par des nuages.

Trois étapes ont été faites uniquement au navigraphe :

1° Traversée de la Méditerranée d'Alcazares à Oran. Sur une distance de 200^{km} l'avion a atterri à 2^{km} du point désiré, soit 1 pour 100 de la distance.

2° Au-dessus du Sahara, de Beni-Abbes à Adrar, sans possibilité d'identification des points survolés. Sur une distance de 320^{km} l'atterrissage a lieu à moins de 1^{km} du point désiré. A noter que dans cette étape, le pilote ayant eu des inquiétudes sur la marche des moteurs, on a changé de route pour se rapprocher de la piste des caravanes, puis on a repris, toujours au navigraphe, la route sur Adrar.

3° Au-dessus du Sahara, de Tessalit au Niger. Sur 450^{km} on a atterri à 4^{km} du point voulu.

Les vents rencontrés dans ces deux étapes ont été très variables en direction et en intensité (celle-ci a varié de 0 à 45^{km} à l'heure).

Si l'avion avait fait route à la boussole sans correction de la dérive due au vent, l'écart aurait été de 65^{km} dans la deuxième étape et seulement de 13^{km} dans la troisième parce que dans celle-ci la direction du vent a varié de l'Ouest au Sud-Est en cours de route.

Si l'on avait corrigé la route de la dérive due au vent mesuré seulement au départ, l'écart aurait été de 42^{km} dans la deuxième étape et de 82^{km} dans la troisième.

Les graphiques du Rapport complet donnent le relevé des diagrammes de dérive, le tracé des routes suivies, avec la direction et la vitesse du vent aux diverses observations.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Conrad Kilian. *Au Hoggar. Mission de* 1922.

2° Jean Mascart. *Note sur la variabilité des climats. Documents lyonnais, études de climatologie*. Première Partie : *Introduction générale historique*.

3° *Chemins de fer électriques*, par A. Bachellery. (Transmis par M. A. Blondel.)

4° Ch. Frémont. *La serrure. Origine et évolution*. (Présenté par M. Lecornu.)

5° Ichitaro Namari. *The electrolytic separation of magnesium from magnesia*.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Surfaces de translation de Sophus Lie*. Note de M. **Bertrand Gambier**, présentée par M. G. Kœnigs.

1. J'ai indiqué [1] les surfaces de translation *algébriques* de l'espace à trois dimensions déduites de la méthode de Sophus Lie, admettant deux modes distincts de génération.

Cela revient à classer les quartiques planes unicursales, ou les quartiques planes décomposées en une droite et une cubique unicursale ou en deux coniques, et à chercher le caractère spécial que doivent posséder les points multiples de ces courbes planes afin que les intégrales de Sophus Lie deviennent algébriques.

Dans le dénombrement relatif aux quartiques planes unicursales non décomposées, j'ai commis une omission que je rectifie ici.

2. Pour les quartiques indécomposables, le caractère nécessaire et suffisant est que chaque point multiple (double ou triple) ne soit donné que par une valeur *unique* de t : on peut donc obtenir soit un point triple à tangentes confondues, soit trois points de rebroussement distincts (de première espèce puisque la courbe est de degré 4), soit un point de rebroussement de seconde

---

[1] *Comptes rendus*, 170, 1920, p. 1371; *Nouvelles Annales de Mathématiques*, 4e série, 20, 1920, p. 454.

espèce et un point de rebroussement de première espèce, soit enfin le cas que j'ai oublié, *un point de rebroussement de seconde espèce pouvant être considéré comme réunion de trois points doubles*.

Une transformation homographique plane, sans influence sur la surface de Sophus Lie, permet de ramener l'équation de la courbe à la forme

$$(1)\qquad (y - x^2)^2 = x$$

avec la représentation paramétrique

$$(2)\qquad x = t^2, \qquad y = t^4 + t, \qquad t = y - x^2.$$

La méthode de Sophus Lie conduit à calculer les intégrales

$$(3)\qquad \int dt, \qquad \int t^2\, dt, \qquad \int (t^4 + t)\, dt$$

qui sont manifestement algébriques.

On obtient ainsi la surface de degré 6

$$(\Sigma)\qquad X = t_1 + t_2, \qquad Y = t_1^3 + t_2^3 + \frac{3}{2}, \qquad Z = 2(t_1^5 + t_2^5) + 5(t_1^2 + t_2^2)$$

dont l'équation ordinaire est

$$(4)\qquad 9ZX = -2X^6 + 10X^3Y + 10Y^2 - \frac{45}{2}.$$

Le fait que la surface Σ admet l'origine pour centre suffit pour manifester les deux modes de génération de Σ comme surface de translation. La surface Σ est le lieu des milieux des cordes doubles de la quintique gauche unicursale

$$(5)\qquad \xi = 2t, \qquad \eta = 2t^3 + \frac{3}{2}, \qquad \zeta = 4t^5 + 10t^2$$

ou de la quintique symétrique relativement à l'origine. Chacune de ces quintiques est une asymptotique singulière de la surface; chacune partage la surface en régions telles qu'en passant de l'une à l'autre les deux courbes de translation (d'un mode ou l'autre) se croisant en un point réel de la surface cessent d'être réelles pour devenir imaginaires conjuguées. La surface Σ, transformée dans le rapport i de l'origine comme centre d'homothétie, livre la nouvelle surface *réelle* Σ_1 d'équation

$$(6)\qquad 9ZX = -2X^6 - 10X^3Y + 10Y^2 + \frac{45}{2}$$

dont les réseaux de translation sont cette fois tous imaginaires.

AÉRODYNAMIQUE. — *Sur un moyen de modifier le sillage.* Note de M. A. LAFAY, présentée par M. M. Hamy.

J'ai récemment étudié ([1]) les modifications que la rotation fait éprouver au sillage d'un cylindre et j'ai, à cette occasion, essayé de produire les mêmes effets à l'aide de divers procédés permettant de laisser ce corps immobile.

Dans cette voie, j'ai obtenu des résultats intéressants en faisant jaillir du cylindre, tangentiellement à sa surface, des lames d'air très minces et animées d'une assez grande vitesse.

Le dispositif employé à cet effet consiste à pratiquer dans la paroi cylindrique, parallèlement aux génératrices, un certain nombre de rainures longitudinales assez profondes. La première rainure est recouverte par une feuille de papier, collée sur un de ses bords et s'avançant jusque vers le milieu de la feuille qui recouvre la deuxième rainure. Cette seconde feuille, elle-même collée sur la cloison commune aux deux premières rainures, vient à son tour recouvrir la troisième de la même façon, et ainsi de suite.

Des trous en nombre suffisant permettent d'alimenter chaque rainure avec de l'air qu'une soufflerie auxiliaire envoie à l'intérieur du cylindre. Les feuilles de papier sont maintenues incurvées et couchées les unes sur les autres à l'aide d'anneaux en fil qui font le tour du cylindre.

On réalise ainsi facilement des lames d'air dont l'épaisseur est de l'ordre du dixième de millimètre. En les disposant dans la région où vient normalement s'accrocher l'une des nappes frontières du sillage, on constate que ce sillage se trouve rejeté et très fortement atténué sur tout le côté correspondant. De plus, comme on devait s'y attendre, ce phénomène détermine, par aspiration, l'apparition d'une composante transversale de la poussée du vent.

Il est clair que des dispositifs analogues pourraient être aménagés sur la zone dorsale d'une aile et permettraient vraisemblablement d'améliorer sa force portante, pour les grands angles d'attaque.

Tout procédé susceptible de communiquer un glissement périphérique assez énergique à la couche d'air, en contact avec le cylindre, doit donner des résultats de même nature et j'ai, dans cette idée, expérimenté l'action d'un effluve électrique étalé sur un cylindre en paraffine. Les électrodes

([1]) *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 729.

employées à cet effet étaient constituées par une plaque métallique, présentant un bord tranchant et dentelé, placée sur la partie antérieure du cylindre et par une tige conductrice ovoïde fixée suivant sa génératrice arrière.

Les modifications observées ont été peu intenses, mais pour deux raisons étrangères à l'aérodynamique; la première est due à l'impossibilité de réaliser un effluve bien régulier sur toute la longueur du cylindre et la seconde résulte de la faiblesse du vent électrique obtenu, lorsque cette régularité est à peu près atteinte.

D'ailleurs, en modérant la vitesse des lames d'air réalisées par le procédé précédemment indiqué, il est possible de produire les mêmes effets atténués qu'avec l'effluve.

On a souvent émis l'hypothèse que des phénomènes électriques inconnus interviennent dans le vol des oiseaux. Au cours d'expériences spéciales sur cette question, je n'ai jamais pu constater de modification, dans la traction d'une hélice ou la force portante d'une aile, attribuable à son état d'électrisation. Les résultats obtenus avec l'effluve n'infirment pas ces observations négatives, car dans ce cas l'électricité, employée d'ailleurs sous de très hauts voltages, n'est qu'un moyen de produire un mouvement d'air superficiel qui, quelle que soit son origine, doit agir indirectement sur le champ aérodynamique, en modifiant les conditions à la surface dont il dépend.

Mes expériences sur le sillage nécessitant l'exécution d'un grand nombre d'aérogrammes, j'ai été conduit à modifier le mode opératoire que j'ai autrefois indiqué (¹); au lieu de recevoir directement la silhouette que l'on veut étudier sur une plaque sensible, il est plus économique de remplacer cette plaque par une lentille de très grand diamètre et de long foyer. On obtient une réduction photographique immédiate de ce qui est projeté dans son plan à l'aide d'une petite chambre noire $6\frac{1}{2} \times 9$ dont on place l'objectif au point conjugué de la source lumineuse par rapport à la lentille auxiliaire.

(¹) *Comptes rendus*, 152, 1911, p. 318 et 694.

HISTOIRE DE LA PHYSIQUE. — *Sur la théorie du magnétisme en mouvement par Poisson.* Note de M. B. HOSTINSKY, présentée par M. Émile Borel.

Dans un Mémoire lu à l'Académie des Sciences en 1826, Poisson expose une théorie générale de l'effet du mouvement sur l'influence magnétique. Il appelle éléments magnétiques, les petites portions des corps aimantés dans lesquels les fluides boréal et austral peuvent se mouvoir, et qui sont séparées par d'autres portions imperméables au magnétisme. La proportion de la somme de leurs volumes, au volume entier de chaque corps, varie dans les différentes matières; ce qui suffit pour expliquer comment, dans l'état de repos, ces matières donnent des signes de magnétisme plus ou moins marqués sous l'influence des mêmes forces extérieures. Dès qu'on approche un aimant d'un corps susceptible d'aimantation par influence, et où les éléments magnétiques sont en proportion quelconque, la décomposition du fluide neutre commence dans chacun des éléments, et elle continue jusqu'à ce que l'action du fluide décomposé fasse équilibre à la force extérieure, ce qui arrive après un temps très court, si cette force est constante en grandeur et en direction. Mais si elle varie continuellement, ou bien si l'aimant extérieur change de position à l'égard des éléments soumis à son influence, les deux fluides, au lieu de parvenir à un état permanent, se mouvront dans chaque élément avec des vitesses qui pourront n'être pas les mêmes, toutes choses d'ailleurs égales, dans les corps de diverses matières.

Les phrases précédentes, empruntées au Mémoire de Poisson ([1]), donnent une idée générale du problème en question. Le résultat essentiel de ce Mémoire est exprimé par l'équation suivante ([2])

$$\varphi + \int_0^t \left(V_1 + Q_1 - \frac{4\pi k}{3} \varphi_1 \right) f'(t - \theta)\, d\theta = 0, \tag{1}$$

([1]) POISSON, *Mémoires de l'Académie des Sciences*, 6, 1823, p. 442-443.

([2]) *Loc. cit.*, p. 483.

dont dépend la recherche de l'aimantation par influence d'un corps en mouvement. Ici k désigne une constante, f' la dérivée d'une fonction donnée, V le potentiel dû aux aimants permanents et Q le potentiel dû à l'aimantation induite. Soient ρ la distance d'un point (x, y, z) à un autre point (x', y', z'), (α, β, γ), $(\alpha', \beta', \gamma')$ les composantes de l'aimantation induite au point (x, y, z) et au point (x', y', z').

Nous avons

$$Q(x, y, z) = k \int\int\int \left(\frac{\partial \frac{1}{C}}{\partial k'} \alpha' + \frac{\partial \frac{1}{C}}{\partial y'} \beta' + \frac{\partial \frac{1}{C}}{\partial z'} \right) dx'\, dy'\, dz';$$

les quantités V et Q se rapportent à un certain instant t. Soient enfin V_1 et Q_1 ce que deviennent V et Q quand on y met θ à la place de t. (1) est une équation intégrale linéaire de Volterra pour la fonction inconnue φ. Les composantes d'aimantation induite s'expriment, d'après Poisson, au moyen de φ, comme il suit :

$$\alpha = \frac{\partial \varphi}{\partial x}, \qquad \beta = \frac{\partial \varphi}{\partial y}, \qquad \gamma = \frac{\partial \varphi}{\partial z}.$$

Le Mémoire de Poisson semble être assez peu connu (¹). Les deux circonstances suivantes sont surtout intéressantes au point de vue de l'histoire de la théorie du magnétisme :

1° Les considérations qui ont amené Poisson à établir l'équation (1) sont tout à fait analogues à celles qui ont été employées beaucoup plus tard dans la théorie de l'hystérésis élastique et électromagnétique (phénomènes héréditaires) par Boltzmann, Volterra et autres.

2° A la page 513 de son travail, Poisson donne la résolution de l'équation intégrale

$$(2) \qquad \psi t + \Psi t = -a \int_0^t \psi\theta\, f'(t-\theta)\, d\theta,$$

qui se présente quand on applique la théorie générale à une plaque homogène tournant uniformément sur elle-même. Poisson écrit la fonction

---

(¹) M. H. Bateman a rappelé le travail de Poisson dans son intéressant rapport sur les équations intégrales (*Report of the* 80[th] *Meeting of the British Association for the Advancement of Science*, *Sheffield*, London, 1911, p. 345-424).

inconnue ψt sous la forme

$$\psi t = -\Psi t + a\int_0^t \Psi\theta f'(t-\theta)\,d\theta$$
$$-a^2\int_0^t \left[\int_0^\theta \psi t' f'(\theta - t')\,dt'\right] f'(t-\theta)\,d\theta$$
$$+a^3\int_0^t \left\{\int_0^\theta \left[\int_0^{t'} \psi t'' f'(t'-t'')\,dt''\right] f'(\theta - t')\,dt'\right\} f'(t-\theta)\,d\theta, \qquad \ldots,$$

ce qui n'est autre chose que la solution bien connue aujourd'hui de l'équation de Volterra (2) dans le cas où le noyau de f' ne dépend que de la différence $t - \theta$.

SPECTROSCOPIE. — *Influence de la pression sur les spectres de bandes du carbone dans l'ampoule thermo-électronique. Conséquences pour la théorie des comètes.* Note de M. **F. Baldet**, présentée par M. H. Deslandres.

1. Lorsqu'on fait varier la pression de l'oxyde de carbone contenu dans une ampoule à cathode incandescente, le spectre du gaz se modifie. Vers 1^{mm}, plusieurs groupes du carbone sont visibles : le plus intense est le deuxième groupe positif ou bandes d'Angström. Puis viennent : le groupe que j'ai découvert ([1]), le troisième groupe négatif ou spectre des queues de comètes, le troisième groupe positif (bandes à six têtes) et le premier groupe négatif ultraviolet.

Si l'on fait décroître la pression, les deuxième et troisième groupes positifs et le nouveau groupe diminuent d'intensité, tandis que les premier et troisième groupes négatifs gardent leur éclat. Lorsqu'elle atteint environ 10^{-4} mm, on ne trouve plus, avec une assez longue pose, que de très faibles traces du nouveau groupe et du troisième groupe positif; les bandes d'Angström ont disparu. Au contraire, les deux groupes négatifs sont bien développés.

On voit donc que la pression joue un rôle essentiel dans l'existence des différents groupes.

La cathode de tungstène, portée à environ 2700° absolus, émet un grand nombre d'électrons qui forment un véritable gaz dans l'ampoule, et qui

---

([1]) *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 1525.

ionisent les molécules. L'émission lumineuse provient, à la fois, du choc de ces électrons animés d'une vitesse supérieure au potentiel d'ionisation, contre les molécules neutres et ionisées, et du choc des molécules ionisées entre elles et contre les molécules neutres.

Ces diverses espèces de chocs donnent naissance à des groupes de bandes différents. A très basse pression, lorsque les chocs d'électrons prédominent, les premier et troisième groupes négatifs seuls sont visibles. A pression plus élevée, lorsque les chocs moléculaires efficaces deviennent nombreux, le spectre s'enrichit des groupes positifs déjà cités. Les premier et troisième groupes négatifs proviennent donc du choc direct des électrons contre les molécules de CO.

L'effet de la pression se manifeste également sur la structure des bandes du troisième groupe négatif, spécialement étudié. A très basse pression, les têtes sont intenses et leur dégradé rapide : elles ressemblent alors aux bandes des queues des comètes. Lorsque la pression croît, le nombre des raies des branches P et R augmente beaucoup : le maximum d'intensité des branches P, Q et R s'éloigne de la tête et celle-ci faiblit jusqu'à être moins brillante que le milieu de la bande. De nouvelles suites de raies apparaissent.

2. Ces résultats expérimentaux apportent un argument important en faveur de la théorie du rayonnement corpusculaire du Soleil, émise en 1895 par M. H Deslandres. Dans cette théorie, le Soleil projette des rayons cathodiques, c'est-à-dire des électrons, à grande distance, qui produisent les jets coronaux et illuminent les gaz des comètes. On sait combien la théorie corpusculaire, appliquée aux aurores polaires par MM. Birkeland et Störmer, a donné une explication satisfaisante de leurs particularités.

Mais, comme vérification plus directe d'une émission d'électrons à grande distance, on n'avait guère noté jusqu'à présent, à ma connaissance, que l'apparition du groupe négatif de l'azote dans la comète Morehouse.

Or, puisque le troisième groupe négatif du carbone obtenu à très basse pression, c'est-à-dire dans des conditions qui se rapprochent de celles des comètes où la pression est encore beaucoup plus faible, est émis par le choc direct des électrons, et qu'il présente une identité complète avec le spectre des queues, j'en conclus que les gaz oxycarbonés et ultra-raréfiés qu'elles contiennent, sont très probablement illuminés par le choc d'électrons venant du Soleil (1). Cette conclusion me paraît d'autant plus s'imposer que le

---

(1) Le premier groupe négatif doit être également émis par les queues des comètes, mais il est inobservable à cause de l'absorption atmosphérique dans l'ultraviolet.

spectre identifié est très sensible à l'influence de la pression, à la présence des gaz étrangers, à des conditions d'excitation différentes, qui l'altèrent profondément, y mêlent d'autres bandes ou le font disparaître; en un mot, y introduisent des dissemblances avec celui des comètes.

Il est à noter toutefois qu'il ne change pas avec la vitesse des électrons entre 16 volts et 50 000 volts, tout au moins lorsqu'on l'observe avec la faible dispersion utilisée dans l'étude des comètes.

SPECTROSCOPIE. — *Recherches sur la série K des rayons X.* Note de M. **Arvid Leide**, présentée par M. A. Cotton.

Des mesures systématiques sur la série K n'avaient pas été faites depuis 1916 lorsque MM. Malmer, Siegbahn, Friman et Stenström en publièrent quelques-unes. Elles ne sont pas cependant assez exactes pour satisfaire aux exigences de la systématique moderne des rayons X. Des résultats pour certains éléments ont été publiés par Uhler et Cooksay [1] (élément Ga), par Duane et ses collaborateurs [2] (éléments Rh, Mo, W), par Overn [3] (éléments Mo, Rh) et par Lang [4] (éléments Pd, Ag, Cd, Sn).

Les premiers résultats que j'ai obtenus moi-même ont été publiés par M. Siegbahn dans son livre *Die Spektroskopie der Röntgenstrahlen* (p. 102). Un plus grand nombre de clichés me permet de présenter des résultats plus exacts et plus complets.

On a décrit le spectrographe de précision à l'aide duquel la recherche a été faite. Il a été construit par M. Siegbahn selon un principe d'abord indiqué par Seemann [5] et qu'il a appelé « méthode de la chambre à trou ». Après la réflexion on fait passer le faisceau des rayons X réfléchis par le cristal par une fente très étroite ($0^{mm},05$) dont la largeur détermine la largeur des lignes sur la plaque. La distance entre cette fente et la plaque photographique était $297^{mm},54$. Comme cristal je me suis servi de calcite, dont la constante d est 3,02904 ($\log 2d = 0,7823347$).

Comme longueur d'onde normale je me suis servi de λ Cu $K\alpha_1$, Mo $K\alpha_1$ et W $K\alpha_1$, qui ont été déterminés avec le plus grand soin et dont je me suis servi pour vérifier le réglage du spectrographe.

---

(1) *Phys. Rev.*, 10, 1917, p. 645.
(2) *Phys. Rev.*, 14, 1919, p. 369, et 15, 1920, p. 328.
(3) *Phys. Rev.*, 18, 1921, p. 356.
(4) *Ann. der Physik*, 75, 1924, p. 489.
(5) *Phys. Z. S.*, 18, 1917, p. 243.

I. Comme valeur de l'angle de réflexion pour Cu$K\alpha_1$ j'ai obtenu 14°42′0″,3. Cette valeur est la valeur moyenne déduite de 14 clichés pris à diverses occasions au cours du travail; elle se trouve entre les limites 14°41′58″,0 et 14°42′4″,1; à l'angle 14°42′0″,3 correspond $\lambda = 1537,29$.

II. Pour Mo$K\alpha_1$ j'ai obtenu l'angle de réflexion 6°42′34″,3 comme valeur moyenne déduite de 13 clichés donnant des nombres compris entre 6°42′32″,9 et 6°42′35″,5. A cette valeur moyenne correspond $\lambda = 707,80$.

III. Pour W$K\alpha_1$ j'ai obtenu 1°58′27″,6 comme valeur moyenne de 5 clichés fournissant des valeurs comprises entre 1°58′25″,5 et 1°58′29″. La longueur d'onde correspondant à la valeur moyenne est $\lambda = 208,71$.

Le tableau donne les résultats des mesures dans la zone 29 Cu — 53 I. Les désignations des lignes ont été choisies d'après M. Siegbahn. β_3 est une composante de β_1 dont l'existence a déjà été démontrée pour les éléments Rh et W par de Broglie et pour Mo par Duane et Patersson. β_4 est une composante de β_2, qui correspond au transport de l'électron du niveau O_{II-III} à K. Elle est très faible et exige des poses très longues.

Nos.	Él.	α_2.	α_1.	β_1.	β_2.	β_3.	β_4.
29.	Cu	"	1537,29	1389,27	"	"	"
30.	Zn	1435,87	1432,06	1292,60	1280,97	"	"
32.	Ge	1255,21	1251,30	1126,71	1114,63	"	"
33.	As	1177,41	1173,44	1055,18	1042,90	"	"
34.	Se	1106,42	1102,41	990,27	997,92	"	"
35.	Br	1041,60	1037,56	930,85	918,27	"	"
36.	"	"	"	"	"	"	"
37.	Rb	927,72	923,60	827,03	814,84	"	"
38.	Sr	877,54	873,37	781,51	769,17	"	"
39.	Y	831,18	827,00	739,32	726,63	"	"
40.	Zr	788,50	784,29	700,48	688,35	"	"
41.	Nb	748,82	744,57	664,49	652,55	"	"
42.	Mo	712,08	707,80	631,24	619,69	631,63	618,25
43.	"	"	"	"	"	"	"
44.	Ru	646,15	641,81	571,43	560,48	"	"
45.	Rh	616,37	612,01	544,70	533,13	"	"
46.	Pd	588,58	584,19	519,72	509,36	520,10	507,90
47.	Ag	562,64	558,21	496,30	486,07	496,68	"
48.	Cd	538,29	533,86	474,28	464,38	474,63	"
49.	In	515,46	511,03	453,73	444,09	454,10	"
50.	Sn	493,96	489,48	434,39	424,85	434,76	"
51.	Sb	473,86	469,33	416,24	407,11	"	"
52.	Te	454,91	450,37	399,24	390,35	"	"
53.	I	437,03	432,49	383,41	374,83	"	"

RADIOCHIMIE. — *Influence du radium sur la catalase du foie.* Note de MM. A. **Maubert**, L. **Jaloustre** et P. **Lemay**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Nous avons utilisé pour nos essais des solutions de catalase au $\frac{1}{5000}$ et de l'eau oxygénée préparées suivant les techniques signalées dans nos Notes antérieures relatives à la catalase du foie.

La solution de bromure de radium employée était du bromure de radium pur dissous dans l'eau distillée.

Influence du sel radioactif mélangé au milieu fermentaire. — Dans une expérience préliminaire nous avons constaté que dans les conditions de nos essais les doses de bromure de radium de $0^{\gamma},1$ à $0^{\gamma},5$ n'exercent aucune influence sur l'activité de la catalase.

Le tableau suivant résume la technique suivie et les résultats obtenus pour des doses comprises entre 1 et 100^{γ} :

Tableau I.

	Ballons témoins.		Ballons radioactivés.					
Eau oxygénée	20	20	20	20	20	20	20	20
Eau distillée	80	80	80	80	80	80	80	80
Catalase au $\frac{1}{5000}$ non bouillie	"	"	100	100	100	100	100	100
Catalase au $\frac{1}{5000}$ bouillie	"	100	"	"	"	"	"	"
Oxygène disponible du mélange total en milligrammes	656	656	656	656	656	656	656	656
Bromure de radium en microgr.	0	0	0	1	5	10	30	100
Oxygène dégagé du mélange total après :								
30 minutes	0	0	442	442	446	438	436	432
1 heure	0	0	468	470	471	466	465	455
18 heures	0	0	480	483	484	479	478	468

Les doses de bromure de radium comprises entre 1 et 10^{γ} pour un volume total de 200^{cm^3} provoquent une activation de la catalase (concentration : $0^{\gamma},005$ à $0^{\gamma},050$ par centimètre cube).

Les doses comprises entre 10 et 100^{γ} déterminent une paralysie qui s'accroît avec la quantité de radium en expérience (concentration : $0^{\gamma},050$ à $0^{\gamma},500$ par centimètre cube).

Comme nous l'avons montré pour le thorium X, ce sont surtout les rayons α qui sont agissants.

Nous allons faire voir que les résultats du tableau précédent sont en réalité la résultante de l'action dominante des rayons α et de l'action affaiblissante de l'ensemble des rayons β et γ.

Action des rayons β et γ. — Nous avons pratiqué deux séries d'expériences :

1° Dans la première série, l'ampoule contenant 150^{γ} de bromure de radium a été complètement immergée dans le milieu fermentaire constitué par 100^{cm^3} de catalase au $\frac{1}{5000}$ et 100^{cm^3} d'eau oxygénée à 20 pour 100, et l'on a mesuré l'activité du ferment par dosage de l'oxygène dégagé comparativement à un témoin. (Le verre de l'ampoule sert de filtre et arrête les rayons α.)

Voici les résultats obtenus avec deux expériences dans lesquelles on a fait varier la concentration en eau oxygénée :

Expérience A.

	Témoin.	Expér.
Eau oxygénée à 10 %.	100	100
Catalase au $\frac{1}{5000}$	100	100
Oxygène disponible	328	328
Oxygène dégagé après :		
1 heure d'irradiation	268	268
4 heures »	292	290
6 heures »	294	291
24 heures »	320	310

Expérience B.

	Témoin.	Expér.
Eau oxygénée à 20 %.	100	100
Catalase au $\frac{1}{5000}$	100	100
Oxygène disponible	656	656
Oxygène dégagé après :		
1 heure d'irradiation	441	437
4 heures »	488	472
6 heures »	492	476
24 heures »	640	621

Dans une deuxième série d'expériences, la solution de catalase au $\frac{1}{5000}$ a été irradiée par immersion totale de l'ampoule contenant 150^{γ} de bromure de radium pendant 60 heures. Après ce temps, on a mélangé 100^{cm^3} de cette catalase irradiée avec 100^{cm^3} d'eau oxygénée à 10 pour 100, et l'on a mesuré l'activité du ferment comparativement à un témoin.

Résultats.

	Témoin.	Expérience (60 heures d'irradiation).
Oxygène disponible du mélange total	328	328
Oxygène dégagé en milligrammes après :		
30 minutes	219	217
1 heure	244	240
3 heures	269	266
24 heures	284	290

Conclusion. — Les radiations β et γ du radium affaiblissent la catalase du foie dans les conditions de nos expériences.

Influence de l'émanation du radium. — Nous avons étudié l'influence de l'émanation du radium sur la catalase de la manière suivante :

Nous avons fait barboter pendant 5 heures un courant d'air dans une solution en équilibre de 150^{γ} de bromure de radium. Cet air, chargé d'émanation, était amené dans un deuxième ballon contenant 200^{cm^3} de solution de catalase au $\frac{1}{5000}$.

Le ballon témoin était soumis à un courant d'air identique, mais sans émanation.

Après 5 heures de ce traitement, nous avons déterminé l'activité de la solution de ferment ainsi radioactivée, comme l'indique le tableau suivant :

	H^2O^2.	Témoin.	Témoin.	Expér. 1.	Expér. 2.
Eau oxygénée à 20 %	20	20	20	20	20
Eau distillée	80	80	80	80	80
Catalase au $\frac{1}{5000}$ non bouillie	0	//	100	100	100
Catalase au $\frac{1}{5000}$ bouillie	//	100	//	//	//
Émanation	0	0	0	5^h	5^h
Oxygène disponible en milligrammes	656	656	656	656	656
Oxygène dégagé après 30 minutes	0	0	382	395	395

Conclusion. — L'émanation du radium, génératrice de rayons α, active la catalase du foie dans les conditions de nos expériences.

Conclusions générales. — Comme pour le bromure de thorium X, on observe avec le radium une paralysie de la catalase avec les fortes doses et une activation avec les faibles doses. L'émanation du radium agit de même, du moins en ce qui concerne les faibles doses, les seules que nous ayons expérimentées.

La seule différence observée est l'action affaiblissante des radiations β et γ du radium sur la catalase, fait que dans les conditions de nos précédentes expériences nous n'avions pu constater avec le thorium X.

THERMOCHIMIE. — *Étude thermochimique des dérivés sodés du cyclohexanol.* Note de Mlle **Germaine Cauquil**, présentée par M. Haller.

A. En chauffant doucement pendant plusieurs heures au réfrigérant à reflux 7 à 8^{mol} de cyclohexanol pour 1^{mol} de sodium, on obtient facilement

des cristaux en aiguilles blanches donnant à l'analyse :

	Trouvé.	Calculé pour $C^6H^{11}ONa.5C^6H^{11}OH$.
Na pour 100 par alcalimétrie..........	3,70	3,70
» à l'état de sulfate........	3,76	»

C'est donc un cyclohexanolate de sodium avec 5^mol de cyclohexanol.

B. Le composé précédent chauffé dans le courant d'hydrogène à 150°-160° a donné une poudre blanc ivoire, donnant à l'analyse :

	Trouvé.	Calculé pour $C^6H^{11}ONa$.
Na pour 100 par alcalimétrie.........	18,86	18,85
» à l'état de sulfate.......	19,80	»

soit environ le cyclohexanolate de Na anhydre avec environ 4 pour 100 d'un sel d'acide organique.

C. L'étude thermochimique de ces composés m'a donné les résultats suivants :

1° En dissolutions étendues, le cyclohexanol et la soude ne réagissent pas. J'ai trouvé en effet à + 20°,89 :

$C^6H^{11}OH$ (1 molécule-gramme dans 4^l) + NaOH (1 molécule-gramme dans 4^l) — $0^{cal},054$,

nombre précisément égal à la chaleur de dilution de la soude

— $0^{cal},06$ (de 1 molécule-gramme = 2^l à 1 molécule-gramme = 4^l).

Le cyclohexanolate de sodium est donc complètement détruit pour ce degré de dilution (1 molécule-gramme = 4^l). Il se comporte comme les alcoolates sodiques des alcools monoatomiques de la série grasse.

2° La chaleur de fusion du cyclohexanol a été trouvée de $0^{cal},450$ en dissolvant séparément l'alcool liquide $2^{cal},77$ et l'alcool solide $2^{cal},32$. Comme contrôle, j'ai déterminé directement la chaleur de fusion et trouvé $0^{cal},427$. Le cyclohexanol que j'ai employé fondait à 24°,35 [1].

3° A 22°, j'ai obtenu pour la chaleur de dissolution du cyclohexanolate de sodium solide

$$C^6H^{11}ONa \text{ solide} + aq = C^6H^{11}ONa \text{ dissous} + 13^{cal},88.$$

[1] Ces nombres sont très voisins de ceux qu'avait obtenus M. de Forcrand, soit $0^{cal},430$.

De tous ces résultats on peut déduire les cycles suivants :

$$C^6H^{11}OH \text{ solide} + Na \text{ solide} = H + C^6H^{11}ONa \text{ solide} + x,$$
$$C^6H^{11}ONa + aq = C^6H^{11}ONa \text{ dissous} + 13^{cal},88;$$
$$Na + aq = \text{dissolution} + H + 44^{cal},1 \quad \text{(nombre de M. Rengade)},$$
$$C^6H^{11}OH \text{ solide} + aq = C^6H^{11}OH \text{ diss.} + 2^{cal},32,$$
$$NaOH \text{ diss.} \left(\frac{N}{4}\right) + C^6H^{11}OH \text{ diss.} \left(\frac{N}{4}\right) = \text{dissolution} - 0^{cal},054;$$

d'où

$$x = +32^{cal},486.$$

Il est à remarquer ici qu'ayant signalé dans notre cyclohexanolate de sodium la présence d'un sel de sodium, environ 4 à 5 pour 100, en toute rigueur on doit tenir compte de sa chaleur de dissolution; or, pour les premiers termes en c^2, c^3, c^4 de la série grasse, on a pour la chaleur de dissolution du sel de Na environ $+4^{cal}$; la correction est de $0^{cal},494$ pour 1 molécule-gramme de cyclohexanolate de sodium.

L'acidité du cyclohexanol sera donc donnée exactement par

$$32,486 - 0,494 = 31^{cal},992.$$

4° L'étude de la combinaison à 4^{mol} de cyclohexanol comprend les déterminations suivantes :

Chaleur de dissolution de $C^6H^{11}ONa + 5C^6H^{11}OH$ solide $+7^{cal},99$;

$C^6H^{11}ONa$ (1 molécule-gramme dans 10^l)
$+ 5C^6H^{11}OH$ (1 molécule-gramme dans 4^l) $= 0^{cal},260$.

D'où je déduis :

$$C^6H^{11}ONa \text{ solide} + 5C^6H^{11}OH \text{ solide} = C^6H^{11}ONa, 5C^6H^{11}OH \text{ solide} + 17^{cal},75.$$

5° Ces faits nous permettent de conclure :

L'action du sodium sur le cyclohexanol solide donne $+31^{cal},99$, quantité de chaleur supérieure de 2^{cal} à celle de M. de Forcrand (¹) pour l'alcool isopropylique liquide $+31^{cal},29$; il y aurait lieu de retrancher la chaleur de fusion de cet alcool, $1^{cal},5$ environ d'après les analogies, ce qui donne $+30^{cal}$.

Le cyclohexanol doit plutôt se rapprocher des alcools primaires, tels que l'alcool éthylique pour lequel le même auteur (²) a donné $+31^{cal},97$.

(¹) *Comptes rendus*, **104**, 1892, p. 420.
(²) *Comptes rendus*, **97**, 1883, p. 108.

Nous sommes donc amené à penser que la fermeture du noyau augmente l'acidité des alcools secondaires de 2^{cal} et les rend comparables aux alcools primaires.

6° D'ailleurs, si nous essayons d'appliquer au cyclohexanol la règle relative à l'acidité des alcools donnée par M. de Forcrand ([1]), nous trouvons

$$35,09 + 0,13 - (2 \times 2,75 \times 0,56) - (2 \times 2,75 \times \overline{0,56}^2) - 2,75 \times \overline{0,56}^3 = 29^{cal},94,$$

accusant une différence sensiblement égale à 2^{cal} avec la valeur expérimentale.

Si nous faisons les mêmes calculs avec le phénol, on obtient

$$35,09 + 3,01 + (2 \times 0,56 \times 0,13) + (2 \times \overline{0,56}^2 \times 0,13) + 0,13 \times \overline{0,56}^3 = 38^{cal},348$$

au lieu de $40^{cal},12$ ([2]).

Ici encore la différence entre la pratique et la théorie obtenue pour les alcools de la série grasse donne une différence de 2^{cal}.

D'après ces deux exemples, il semble donc que la règle de M. de Forcrand peut s'appliquer aux alcools à chaîne fermée et aux phénols; il suffit d'ajouter aux résultats obtenus 2^{cal} pour la fermeture de la chaîne, ce qui augmente par suite l'acidité de l'hydrogène du groupement hydroxyle.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la structure des phénylhydrazones du glucose.* Note de M. **Marcel Frèrejacque**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

L'expérience a montré que le glucose peut s'unir molécule à molécule avec la phénylhydrazine pour donner, avec élimination d'eau, deux phénylhydrazones distinctes. La première (isomère α) fut découverte par Fischer ([3]), la seconde par Skraup ([4]). Mais il faut arriver jusqu'à Behrend et Lohr ([5]) pour trouver des techniques précises permettant de préparer chacun des isomères de façon certaine, à l'état pur et cristallin.

Ces deux hydrazones, aisément solubles dans l'eau, présentent en solution aqueuse le phénomène de la mutarotation. Le pouvoir rotatoire initial de l'isomère α est $[\alpha]_D = -87°$, celui de l'isomère β est $[\alpha]_D = -5°$; le

---

([1]) *Comptes rendus*, 130, 1900, p. 1758.
([2]) *Comptes rendus*, 114, 1892, p. 1010.
([3]) E. Fischer, *D. Ch. G.*, 20, 1887, p. 824.
([4]) Skraup, *Monatshefte*, 10, 1889, p. 406.
([5]) Behrend et Lohr, *Lieb. Ann.*, 362, 1908, p. 78.

pouvoir rotatoire final d'une solution aqueuse de l'un quelconque des isomères est $[\alpha]_D = -53°$.

Frappés de l'analogie de cette mutarotation avec celle du glucose, L.-J. Simon et Bénard ([1]) avaient attribué à ces deux isomères la formule oxydique :

$$CH^2OH.CHOH.CH.CHOH.CHOH.CH.NH\ NHC^6H^5.$$
$$|______ O ______|$$

Les deux hydrazones auraient été deux stéréoisomères analogues à l'α- et au β-glucose, et à l'α- et au β-méthylglucoside.

Cependant l'expérience montrant que la moyenne arithmétique des pouvoirs rotatoires de deux alcoyl-glucosides correspondants est toujours voisine de celle des pouvoirs rotatoires initiaux des deux glucoses; Behrend (*loc. cit.*) mit en doute la formule proposée plus haut.

De l'étude des produits d'acétylation de ces deux hydrazones, Hoffmann ([2]), puis Behrend et Willy Reinsberg ([3]) conclurent que l'isomère α correspond bien à la formule oxydique proposée par L.-J. Simon et Bénard, mais que l'isomère β doit être considéré comme une hydrazone vraie :

$$CH^2OH.CHOH.CHOH.\underset{\times}{C}HOH.CHOH.CH = N.NHC^6H^5.$$

Les deux isomères se transformeraient l'un dans l'autre lors de la dissolution dans l'eau, jusqu'à donner un équilibre : c'était un cas d'isomérie dynamique dû à la mobilité de l'atome d'hydrogène marqué d'une croix.

Behrend s'est alors proposé de rechercher à quel glucose (α ou β) correspond la phénylhydrazone α. Il n'a pu y parvenir. Je pense y être arrivé au moyen des remarques suivantes :

I. On sait que la vitesse de mutarotation des glucoses est légèrement augmentée par la présence des acides, alors qu'elle est considérablement accrue par la présence des alcalis; j'ai vérifié qu'elle était légèrement accrue par la présence d'acide oxalique, alors que la rotation finale était atteinte en une minute par alcalinisation avec l'ammoniaque en léger excès, de la solution de glucose dans l'acide oxalique.

II. La vitesse de mutarotation des hydrazones est au contraire considérablement augmentée par l'addition de traces d'acides, alors qu'elle est pratiquement annulée par l'addition de traces d'ammoniaque.

([1]) *Comptes rendus*, 132, 1901, p. 564.

([2]) HOFFMANN, *Lieb. Ann.*, 366, 1909, p. 277.

([3]) BEHREND et WILLY REINSBERG, *Lieb. Ann.*, 377, 1910, p. 189.

III. Enfin, j'ai constaté que les hydrazones étaient hydrolysées facilement et rapidement à froid en solution aqueuse par les acides faibles. Si, par exemple, on additionne une solution à 5 pour 100 d'hydrazone d'une solution à 1 pour 100 d'acide oxalique, il se précipite au bout de 25 à 30 minutes l'oxalate de phénylhydrazine.

L'acide picrique même provoque facilement cette hydrolyse.

Hydrolysons alors une solution de phénylhydrazone α par l'acide oxalique par exemple, et filtrons le sel formé : le filtrat renfermera, à côté de l'excès des réactifs, le glucose libéré par hydrolyse. Alcalinons le filtrat avec une trace d'ammoniaque : l'alcali empêchera la transformation de l'hydrazone α (et arrêtera la variation du pouvoir rotatoire corrélative) et il amènera au contraire le glucose formé à l'état de mélange à pouvoir rotatoire constant (+ 52°). S'il s'est formé du glucose α à grand pouvoir rotatoire (+ 106°), l'alcalinisation amènera donc une chute du pouvoir rotatoire du filtrat. S'il s'est formé du glucose β à faible pouvoir rotatoire (+ 20°), l'alcalinisation amènera une augmentation du pouvoir rotatoire du filtrat.

L'expérience a montré qu'il y avait diminution du pouvoir rotatoire après alcalinisation : c'est donc que la phénylhydrazone α correspond au glucose α.

L'expérience montre que les solutions d'hydrazone β sont aussi hydrolysées facilement. D'après l'hypothèse de Behrend, l'hydrazone β, se transformant en hydrazone α, devrait alors donner du glucose α, comme dans l'expérience précédente. J'ai vérifié qu'il en était bien ainsi : l'addition d'ammoniaque au produit d'hydrolyse de l'hydrazone β a provoqué une chute du pouvoir rotatoire de la solution hydrolysée; conformément aux vues de Behrend, la phénylhydrazone β ne correspond donc pas à un glucose β.

GÉOLOGIE. — *Les facies du calcaire carbonifère dans le Boulonnais.* Note (1) de M. **Henry Derville**, transmise par M. Barrois.

Le calcaire carbonifère du Boulonnais est l'objet d'une exploitation intensive et fournit des marbres dont les divers types correspondent à des facies lithologiques variés que nous nous proposons de définir ici brièvement.

On polit sous le nom de *Lunel uni* un *calcaire à grain fin* et d'aspect

(1) Séance du 6 avril 1925.

subcompact. Dans sa forme typique, il est à base de calcite en mosaïque plus ou moins masquée par du carbonate de calcium en tout petits granules. A part quelques minces cordons coquilliers, les organismes, rares et de petite taille, sont surtout des granulosphères (*Calcisphæra*) auxquelles s'ajoutent des Foraminifères du type *Endothyra* et des fragments d'Ostracodes et de Tabulés. Les marbres de ce type forment un horizon dans lequel s'intercalent par niveaux des organismes digités que l'on est tenté de rapporter au groupe des hydrozoaires (*Lunel fleuri*, Carrière Hénaux). D'autres organismes, de même aspect et de structure vésiculeuse, contribuent à la formation d'un banc autrefois exploité sous le nom de marbre *Henriette* (Carrière du Haut-Banc).

On peut rattacher au Lunel uni des *calcaires cristallins* où les organismes jouent un rôle important ou prédominant, et l'on aura, à côté de *calcaires à Foraminifères et à Ostracodes*, des sédiments presque entièrement constitués par d'autres organismes (*calcaires de Céphalopodes*, *calcaires de Tabulés*). Ces derniers se présentent sous forme de petits bancs d'allure schisteuse et détritique. Ils n'ont guère que quelques centimètres d'épaisseur et sont formés de Tabulés ou de fragments de Tabulés enchevêtrés et orientés suivant le plan de stratification. Particularité intéressante, ces organismes, dont le squelette a recristallisé sous forme de calcite, ont leurs loges et la perforation centrale de leurs planchers remplies par de la calcédoine.

Dans ces calcaires d'organismes l'élément granuleux fait presque complètement défaut; mais il est des calcaires qui en sont exclusivement formés. Homogène et d'aspect compact, le *calcaire granuleux* est exceptionnel dans le Boulonnais; il s'y présente en lits de quelques centimètres où l'on ne rencontre pas d'organismes.

Sous le nom de *Napoléon Grand-Mélange*, on exploite comme marbre de luxe à la carrière Poulin (Hydrequent) *une brèche* à fragments gris clair sur fond brun foncé. A sa base, cette formation bréchique montre des fragments plats, allongés et de faible épaisseur qui doivent leur origine à la dislocation de calcaire rubané; à sa partie supérieure, elle est formée de gros fragments arrondis et floconneux paraissant être des organismes, recouverts ou non, suivant les places, par une brèche de même type que la brèche sous-jacente.

Le *Napoléon tigré* dit *Pattes d'Alouettes* et le *Napoléon gris* qui recouvrent la brèche se montrent constitués par des organismes analogues étalés en vastes buissons et qu'on peut rattacher aux algues calcaires. Ces deux sédiments sont identiques; ils sont tous deux surmontés d'un banc de

calcaire rubané qui comporte une succession plus ou moins régulière d'organismes ou de fragments d'organismes ramuleux alternant avec des dépôts de grumeaux provenant de la dissociation de ces organismes. Ce sont les *Lunels rubanés* dont le plus délité, à rubans plus minces, est connu sous le nom de *Rubané Notre-Dame*. C'est de ces Lunels rubanés qu'il faut rapprocher le *marbre Caroline* récemment encore exploité à la Carrière du Haut-Banc.

Il est d'autres calcaires rubanés où les organismes ramuleux font complètement défaut et qui sont constitués par des dépôts successifs de grumeaux et de *calcaire graveleux* ou *oolithique*. En général, les rubans clairs sont à prédominance de grumeaux, tandis que les bandes foncées sont surtout graveleuses ou oolithiques. Les oolithes ne montrent pas ici de traces de stratifications entre-croisées; elles se présentent en petits lits séparés par des croûtes calcaires (*oolithe rubanée*). Les Foraminifères, si nombreux dans le calcaire oolithique à structure entre-croisée, font ici totalement défaut et sont remplacés par de nombreux Ostracodes.

Tous les facies dont nous avons parlé jusqu'ici étaient entièrement ou essentiellement composés de carbonate de calcium. Signalons en outre deux cas dans lesquels ce carbonate initial a fait place soit à de la dolomite, soit à de la silice. Le facies dolomitique est particulièrement bien visible au centre de la carrière de la Vallée Heureuse (Carrière Hénaux) sous le marbre Lunel; ce sont les Bancs dolomitiques à *Lithostrotion*. La dolomitisation se présente ici comme un phénomène continu avec ses périodes de paroxysme (*dolomie grenue*) et ses périodes de détente (*calcaire dolomitique* et *calcaire cristallin piqué de points de dolomite*). La faune remarquablement homogène est représentée par des *Lithostrotion*, des Tabulés (parmi lesquels *Syringopora*), des Crinoïdes, auxquels il faut ajouter de nombreux Foraminifères et, de temps à autre seulement, des esquilles de tests de Brachiopodes. La dolomie se retrouve en amas moins importants dans une série de bancs calcaires à zones alternativement grises et brunes (*calcaire zonaire*). Ces zones sont autant d'organismes ramuleux superposés; ils font penser à de menues algues calcaires. Les dépôts de dolomite qui les affectent se présentent sous la forme de petits amas de rhomboèdres en général peu épais et linéaires, soulignant la partie supérieure de la lame organique mais parfois imprégnant irrégulièrement toute son épaisseur.

La silice, sous forme de calcédoine, épigénise fréquemment les tests de Brachiopodes et le squelette des *Lithostrotion* et des *Syringopora;* on la voit concentrée sous forme de silex (*calcaires à silex*) dans des bancs calcaires sous-

jacents aux dolomies à *Lithostrotion* (Carrière Hénaux de la Vallée Heureuse et fosse d'Elinghen). Ce sont des rognons altérés et pulvérulents enchâssés dans un calcaire de Tabulés où l'on observe, outre des Tabulés de petite taille, des fragments de Crinoïdes, les Foraminifères *Endothyra* et *Archædiscus* avec des granulosphères, quelques esquilles de Brachiopodes (*Productus*) et des fragments d'Hydrozoaires. Les portions siliceuses de ces bancs calcaires ont conservé, grâce aux impuretés, l'allure générale et le squelette des Tabulés, des granulosphères et des *Endothyra*, cependant que les vides sont soulignés par une poussière noire d'oxyde de manganèse.

Tous les calcaires dont il a été question sont parfaitement caractérisés; mais il y a souvent passage d'un facies à l'autre. C'est ainsi qu'on peut passer d'un Lunel subcompact à un calcaire d'organismes de texture grenue par des calcaires cristallins de plus en plus pauvres en granules et de plus en plus riches en organismes et en fragments de grande taille — d'un calcaire graveleux type à un calcaire oolithique à structure entre-croisée par un calcaire dont les fragments roulés montrent un commencement de revêtement concentrique — d'un calcaire chargé de grumeaux à un calcaire subcompact par diminution de taille et régularisation des grumeaux et par remplissage des interstices.

GÉOLOGIE. — *Les couches rouges d'Ouaouizert* (*Maroc central*). Note [1] de MM. **E.-F. Gautier** et **J. Savornin**, présentée par M. Ch. Depéret.

L'un de nous a récemment étudié la cuvette d'Ouaouizert, tout près de l'extrémité occidentale du Moyen Atlas; c'est un bief de la vallée de l'oued el Abid, au sud de Kasba Tadla (feuille XXXVII ouest et XLVI ouest de la carte au $\frac{1}{200000}$).

Ouaouizert est un poste de première ligne, encore assez peu accessible.

On admet depuis longtemps que les puissantes assises calcaires du Moyen Atlas occidental appartiennent au Lias et au Jurassique. L'un de nous a recueilli dans le Djebel Mesgounan, au sud de la cuvette d'Ouaouizert, un fragment d'Ammonite du groupe des *Harpoceras*, paraissant caractériser le Toarcien. Ce céphalopode provient des escarpements orientaux du Mesgounan, surplombant l'oued Ahansal, à 1^{km} nord de Taouerda, le long du sentier qui unit ce poste à celui d'Atoui. En ce point, les couches

(1) Séance du 16 mars 1925.

vivement redressées appartiennent au cœur d'un anticlinal et représentent donc un niveau inférieur. La série jurassique qui s'y superpose peut comprendre les étages Bajocien et Bathonien, comme dans le Grand Atlas oriental, où l'un de nous les a fait connaître.

On sait aussi, depuis longtemps, que la remarquable cuvette d'Ouaouizert, au milieu des masses calcaires, est creusée dans des couches rouges, beaucoup plus tendres, chargées de gypse. La carte géologique provisoire au $\frac{1}{1500000}$ attribue ces couches rouges au Permo-Trias.

C'est un point de vue auquel il faut certainement renoncer.

Une lentille calcaire, intercalée dans les terrains rouges, a fourni une petite faune d'Ostracés et d'Échinides, que l'un de nous rapporte au Crétacé moyen, par comparaison avec les roches et fossiles qu'il a observés entre Ksabi et Midelt [1]. Les espèces, appartenant aux genres *Exogyra* et *Hemiaster*, sont malheureusement frustes et difficiles à déterminer avec précision. Deux Ammonites discoïdes, du même gisement, paraissant d'espèces nouvelles, ont été soumises à l'examen de M. le professeur Kilian. Le savant spécialiste y reconnaît des *Choffaticeras*, dont les affinités permettent d'affirmer avec une suffisante certitude l'âge turonien.

Cette faune néritique a été trouvée à 3^{km} à l'est du poste d'Ouaouizert. L'oued Ouaouizert, simple torrent, a creusé dans les calcaires crétacés un canyon, dont la muraille nord est percée de curieuses grottes étagées, longuement décrites par de Foucault. Ces calcaires reposent sur des assises de gypse cristallisé. Ils supportent des couches couvertes d'éboulis et de végétation et qui sont certainement encore gypseuses, car les Berbères en extraient du plâtre. Les calcaires turoniens représentent donc un intermède marin au milieu de formations lagunaires.

Les couches d'Ouaouizert sont extrêmement puissantes. L'érosion de l'oued el Abid montre toutes leurs tranches, du sommet à la base. Le point le plus bas est à Bin el Ouidan (704^{m}), au confluent des oueds Abid et Ahansal. Le point le plus haut est à Bou-Irfaouer (sommet à l'est du poste, portant un blockhaus) : cote 1690. On peut donc évaluer à un millier de mètres l'épaisseur des couches.

Le poste d'Ouaouizert étant à 948^{m}, les petites falaises de Turonien qui le dominent sont vers 1100^{m} d'altitude.

La succession complète des assises d'Ouaouizert est la suivante :

---

(1) Cf. J. Savornin, *Le bassin crétacé de la Haute-Moulouya* (*Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 527).

A la base, des grès rouges violacés, assez durs (une centaine de mètres). Au-dessus, 300^{m} environ de grès rouges, moins foncés, surtout beaucoup moins durs. La cuvette est creusée dans ces grès tendres, dont l'étendue superficielle est considérable. Le piton sur lequel se dresse le poste d'Ouaouizert est formé de grès tendre, couronné et protégé par une terrasse de cailloutis.

Au-dessus viennent les assises de gypse cristallisé et la lentille calcaire fossilifère : une cinquantaine de mètres en tout.

Les couches soustraites à l'observation par les éboulis des pentes assez raides, ont une puissance totale de 400^{m} environ.

Enfin, tout au sommet, une autre lentille plus puissante, de calcaire plus massif, forme chapeau protecteur (une quarantaine de mètres ?). Elle porte le blockhaus, et c'est la raison d'être de Bou Irfaouen.

L'un de nous propose, par assimilation à ce qu'il a décrit dans la Haute-Moulouya et le Haut Guir, d'attribuer à l'Albien les grès inférieurs; au Cénomanien les grès tendres et les gypses; au Turonien, le calcaire blanc fossilifère; au Santonien, les couches gypseuses supérieures; au Campanien, le calcaire terminal.

Sur tout le pourtour de la cuvette, on voit les calcaires jurassiques s'enfoncer sous les grès de base, sans discordance appréciable.

L'allure générale des couches paraît d'ailleurs très simple. Deux anticlinaux encadrent la cuvette. Au Nord, les Djebels Renim et Tassemit appartiennent certainement à la charnière d'un anticlinal. La retombée nord du pli, sur le Tadla, n'est pas nette. Aussi y a-t-il là une dénivellation brusque de 1500^{m}, où le travail de l'érosion a été formidable.

Au Sud, une autre charnière, parallèle, passe par les Djebels Mesgounan et Abadine.

Entre les deux lignes de reliefs, la cuvette est une dépression synclinale typique. L'allure des couches crétacées y est très tranquille, en fond de bateau. Dans ce pays décharné on distingue facilement, même de loin, le relèvement marqué des couches crétacées sur tout le pourtour de la cuvette. Ouaouizert, au centre, est sur la partie horizontale.

L'oued el Abid pénètre dans la large cuvette, un peu en amont de Bou Irfaouen, par d'étroites et profondes gorges ; il en sort un peu en aval de Bin el Ouidan par d'autres canyons, taillés dans le calcaire jurassique. Entre ces gorges infranchissables les pentes molles des couches rouges, formant cuvette, ont attiré l'humanité, imposé des routes naturelles et des emplacements de marchés.

Il faut admettre que, à une époque géologique récente, un mouvement épeirogénique a puissamment soulevé la région. Les canyons jurassiques sont d'une profondeur étonnante. Sous Taouerda, les gorges en coup de scie de l'oued Ahansal peuvent avoir un millier de mètres. Dans la cuvette d'Ouaouizert, les terrasses étagées jouent un très grand rôle, jusqu'au poste même, à 250^m au-dessus de la rivière, et beaucoup plus encore sur les pentes du Djebel Rénim.

A la faveur du brachysynclinal, les couches crétacées sont conservées à Ouaouizert dans leur intégralité. Mais elles s'étendent bien au delà. On retrouvera probablement d'autres cuvettes semblables en amont et en aval. Les couches de base, les grès durs violacés, beaucoup plus résistantes à l'érosion, se sont conservées même dans les zones anticlinales sur de grandes étendues : au poste d'Atoui et sur le flanc nord du Mesgounan, au sud d'Azilal.

En Algérie et dans le nord du Sahara Algérien, les grès rouges de l'Albien, les assises gypseuses du Cénomanien, ont été interprétés comme des indices d'un climat crétacé aride. Il faut sans doute étendre cette conception au Maroc.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur le régime des eaux de la Manche et la transformation en chaleur d'une fraction de l'énergie des courants de marée.* Note [1] de M. **Pierre Le Conte**, présentée par M. J. Perrin.

Une station hydrométrique effectuée par le *Pourquoi-pas?* en août 1922 sous le cap Lizard a été le point de départ de nos recherches. Les anomalies de température qu'elle présentait (à nouveau constatées en 1924) ont permis de conclure à la superposition aux courants de marée d'un entraînement d'eau vers l'Est.

Ce phénomène est localisé aux abords de la pointe de Cornouailles et n'existe pas dans toute l'entrée de la Manche; ce sont d'ailleurs des eaux froides qui viennent ainsi en été se heurter aux eaux réchauffées de la Manche sous le cap Lizard. En effet, une vaste nappe d'eau, d'Ouessant aux Sorlingues, conserve sensiblement sa température hivernale (11°) entre la transgression chaude atlantique et les eaux à 15° de la Manche.

L'étude de cette nappe froide montre qu'en profondeur les échanges

---

[1] Séance du 6 avril 1924.

entre la Manche et l'Océan sont des plus limités. En surface même, la dérive vers l'Est est combattue et probablement neutralisée par un courant vers l'Ouest, provenant de la différence de densité. Il s'ensuit que certaines espèces de péridiniens pélagiques, notamment *Ceratium tripos forma atlantica* (Ostenfeld) disparaissent brusquement des prises de plankton lorsqu'on franchit la ligne Ouessant-Lizard qui correspond sensiblement à la limite des eaux.

Isolées des transgressions atlantiques, les eaux de la Manche accusent pourtant un réchauffement estival très marqué que n'explique pas suffisamment la faible profondeur de cette mer. Nous avons pensé à invoquer la transformation en chaleur d'une fraction de l'énergie des courants de marée, très violents dans la Manche, dont les dragages du *Pourquoi-pas?* ont permis de constater l'intensité même par les plus grands fonds de cette mer. En raison de l'incertitude des coefficients de frottement, le calcul ne peut donner de la valeur de ce travail qu'une approximation insuffisante; mais la stabilisation verticale observée en Manche pendant l'été s'explique de ce fait par des courants de convection. En hiver, c'est l'air qui bénéficie des calories provenant de cette transformation : la douceur du climat hivernal des rives de la Manche en est la conséquence et ce climat ne se trouve donc pas dépendre directement des transgressions chaudes qui régissent celui de la côte atlantique.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Les produits de l'hydrolyse fermentaire du rhamnicoside : primevérose et rhamnicogénol.* Note de MM. **M. Bridel** et **C. Charaux**, présentée par M. L. Guignard.

Le rhamnicoside est le glucoside générateur du vert de Chine que nous avons extrait de l'écorce de Nerprun purgatif ([1]). Il fournit à l'hydrolyse acide du glucose, du xylose et un produit insoluble dans l'eau, le rhamnicogénol. Il possède la propriété d'être facilement hydrolysé par l'eau bouillante en primevérose et rhamnicogénol.

Comme les autres glucosides à primevérose que nous connaissons, le rhamnicoside est hydrolysé par les poudres fermentaires de plantes renfermant ces glucosides : *Monotropa Hypopitys* L.; *Primula* divers; *Cornus sanguinea* L.

([1]) *Le rhamnicoside, glucoside nouveau, générateur du vert de Chine, retiré de l'écorce de tige de Nerprun purgatif* (*Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1047).

Malgré l'insolubilité presque complète du rhamnicoside et l'insolubilité de la poudre fermentaire, l'hydrolyse a lieu assez rapidement en milieu aqueux. Quand on verse sur un mélange de rhamnicoside et de poudre fermentaire de *Cornus* de l'eau distillée, on constate que le liquide prend un aspect laiteux par suite de la formation d'une émulsion entre l'eau, le ferment et le glucoside. Puis, peu à peu, le produit d'hydrolyse, blanchâtre, se dépose au fond du flacon et, en trois jours, la latescence a disparu entièrement. Le liquide est devenu brun, la poudre fermentaire et le rhamnicogénol sont tombés au fond du flacon. L'émulsion qui s'est formée au moment de l'hydrolyse indique que ferment et glucoside ont dû contracter une de ces unions labiles dont on suppose toujours l'existence entre le ferment et le produit à hydrolyser et qu'on a pu ici entrevoir.

L'hydrolyse terminée, on a filtré pour séparer de la solution sucrée le mélange de poudre fermentaire et de produit de dédoublement.

De la solution sucrée, on a extrait facilement à l'état pur et cristallisé le primevérose dont le pouvoir rotatoire, le pouvoir réducteur et l'indice de réduction concordent avec ceux que l'un de nous a donnés pour le primevérose provenant de l'hydrolyse du gentiacauloside et du monotropitoside.

Le rhamnicogénol a été retiré de son mélange avec la poudre fermentaire en le faisant cristalliser dans l'éther acétique anhydre, qui est un des rares dissolvants dans lesquels il ne s'altère pas trop rapidement.

Cristallisé dans l'éther acétique et séché dans le vide sulfurique, le rhamnicogénol se présente sous la forme d'une poudre jaune chamois clair, en prismes microscopiques colorés en jaune très pâle. La saveur n'est pas amère, mais il procure une sensation de brulûre légère dans la gorge. Il perd lentement, dans le vide, à $+60^\circ$, 5,84 pour 100 de son poids. Son point de fusion instantané est $+177^\circ$. Desséché, il fond à $+193^\circ$, en noircissant. Il se volatilise nettement, dans le vide ou à la pression atmosphérique, à $+190^\circ$.

Ses solutions dans l'éther acétique, l'alcool méthylique et l'alcool éthylique présentent une belle fluorescence verte; les deux dernières s'altèrent rapidement et laissent déposer une substance noire insoluble.

Le perchlorure de fer au dixième colore en vert émeraude une solution de rhamnicogénol dans l'alcool absolu.

Si l'on agite une suspension aqueuse de rhamnicogénol avec une baguette de verre trempée au préalable dans une solution de soude à 20 pour 100, le rhamnicogénol se dissout et la solution prend une teinte rose, avec une belle fluorescence verte. La coloration n'augmente pas sensiblement à l'air. Dans

les mêmes conditions, le rhamnicoside donne une teinte bleu violet augmentant progressivement à l'air. En présence d'un excès de solution de potasse à 2 pour 100, le rhamnicogénol donne une solution rouge violacé. En acidifiant cette solution, il se forme un précipité brun noir, soluble dans l'éther. Par évaporation de l'éther, il reste un produit très coloré, renfermant des cristaux différant du rhamnicogénol et que nous n'avons pas pu séparer.

L'analyse élémentaire a été faite sur un produit desséché à $+60°$, dans le vide.

$0^g,1816$ ont donné $0^g,0698$ d'eau et $0^g,4133$ de gaz carbonique :

$$H = 4,27 \text{ pour } 100; \qquad C = 62,00 \text{ pour } 100.$$

$0^g,1635$ ont donné $0^g,0656$ d'eau et $0^g,3755$ de gaz carbonique :

$$H = 4,45 \text{ pour } 100; \qquad C = 62,60 \text{ pour } 100.$$

La formule $C^{15}H^{12}O^6$ que nous avons donnée pour le rhamnicogénol concorde avec ces chiffres :

	Trouvé.	Calculé.
C pour 100...............	62,00; 62,60	62,50
H pour 100...............	4,27; 4,45	4,16

Le rhamnicogénol, donnant la réaction de Bornträger, doit être considéré comme un dérivé oxyméthylanthraquinonique. La formule générale de ces composés est $C^{15}H^{10}O^n$: le rhamnicogénol renferme donc 2 atomes d'hydrogène en plus.

Les anthranols renferment 2 atomes d'hydrogène de plus que les anthraquinones correspondantes; ce sont des composés instables qui s'oxydent facilement en milieu alcalin pour donner des anthraquinones. Le rhamnicogénol possédant cette propriété doit rentrer dans la classe des anthranols. Ce serait ainsi un *pentahydroxyméthylanthranol*, qui donnerait par oxydation une *pentahydroxyméthylanthraquinone*.

Tous les faits expérimentaux concordant avec la formule $C^{15}H^{12}O^6$, nous l'adopterons pour le rhamnicogénol.

En résumé, le rhamnicoside donne, par hydrolyse fermentaire, du primevérose et du rhamnicogénol suivant l'équation

$$C^{26}H^{30}O^{15} + H^2O = C^{11}H^{20}O^{10} + C^{15}H^{12}O^6.$$

Le rhamnicogénol est un dérivé du méthylanthranol.

On connaît déjà, dans les baies de la même plante, un glucoside à

anthranol, la gestérine ([1]), qui donne, à l'hydrolyse acide, l'anthranol de l'émodine ou trioxyméthylanthranol, du glucose et un pentose qui n'a pas été identifié.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *L'aptérisme chez les Insectes insulaires.* Note ([2]) de M. **René Jeannel**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

C'est une opinion généralement reçue que l'aptérisme est un caractère fréquent chez les Insectes insulaires et on a longuement discuté l'action que le non-usage ou la sélection avaient dû exercer dans les îles, sur l'aile des Insectes exposés à périr du fait des vents marins. Qu'il existe dans les faunes insulaires un pourcentage élevé de formes aptères, ce fait est incontestable et Darwin l'a signalé depuis longtemps dans *l'Origine des Espèces*, d'après les statistiques de Wollaston sur la faune des îles Madère. Mais il n'est pas prouvé que les conditions d'existence dans les îles soient la cause de l'aptérisme de leurs Insectes.

Pour se faire une opinion précise, ce ne sont pas des statistiques générales qu'il faut examiner; il est nécessaire de considérer séparément l'histoire de chaque groupe et de voir si vraiment les lignées perdent leurs ailes lorsqu'elles sont isolées dans des îles. Les *Trechinæ*, groupe de Coléoptères Carabiques abondamment représentés dans le monde entier, ne montrent rien de semblable, comme on va le voir.

Tous les *Trechus* de Madère (8 espèces) sont aptères; mais par contre ceux des îles Canaries (6 espèces) sont ailés, à l'exception du *T. felix*, vivant à haute altitude. Certaines espèces aptères de Madère paraissent spéciales aux altitudes élevées, mais d'autres, comme *T. custos* et *T. Wollastoni* se trouvent jusqu'au bord de la mer. Voici donc déjà un fait qui montrerait que la prétendue loi d'aptérisme s'applique aux îles Madère, mais pas du tout aux Canaries. Il s'agit cependant dans les deux archipels d'espèces spéciales, non importées, ayant toutes à peu près la même ancienneté. L'étude phylogénique des *Trechus* montre que les Canaries ont reçu leurs *Trechus* de la lignée du *T. obtusus*, encore ailé dans le nord de l'Afrique, tandis que Madère les a reçus par l'Espagne, de la lignée du *T. tingitanus*, qui est aptère, comme tous ses proches parents immédiats. Si les *Trechus*

([1]) H. Krassovskavo, *Recherches chimiques sur les fruits du Nerprun épineux* (*Rhamnus cathartica* L.) (*Journ. Soc. Phys. Chim. Russe*, 40, 1908, p. 1510).

([2]) Séance du 6 avril 1925.

de Madère sont aptères, c'est parce que leurs souches primitives l'étaient déjà ou avaient au moins tendance à le devenir. Les *Trechus* des Canaries provenant d'une souche ailée, sont restés ailés, malgré leur isolement qui remonte à une date assez ancienne.

Le *T. quadristriatus*, toujours ailé dans sa vaste distribution continentale, est ailé aux îles Baléares et en Corse; mais il est possible qu'il y soit d'importation récente. Par contre il est aptère dans l'île d'Elbe et cette station est même la seule que je connaisse où cette espèce soit aptère.

La Corse héberge une espèce de montagne, *T. Varendorffi*, qui est naturellement aptère, comme ses proches parents des Pyrénées, ou de la sierra Nevada. Mais il existe aussi en Corse une espèce spéciale, vivant à basse altitude, qui se retrouve en Sardaigne. Cette espèce, *T. tyrrhenicus*, descend du *T. obtusus*, ailé dans le nord de l'Afrique et la Sicile, aptère en Espagne et dans l'Europe centrale. *T. tyrrhenicus* est ailé en Sardaigne, aptère en Corse. Ceci montre que le *T. obtusus*, originaire du nord de l'Afrique, a émigré en Sardaigne et en Corse, sans présenter de tendance à l'aptérisme plus marquée que celle qu'il montre dans son émigration parallèle sur le continent, par l'Espagne, vers la France et le nord de l'Europe.

Céphalonie a un *Trechus* aptère, *T. cephalonicus*, qui appartient à une lignée d'espèces balkaniques toutes aptères. Rien n'indique donc qu'il soit devenu aptère du fait de son isolement dans une île. On le trouve d'ailleurs sous les mêmes pierres que le *T. nigrinus* toujours ailé.

Chypre a un *Trechus* aptère localisé à une certaine altitude sur le mont Olympe; mais cette île a une espèce de plaine, *T. Saulcyi*, qui est ailée et existe également ailée en Syrie. La colonie isolée dans l'île de Chypre n'a pas perdu ses ailes.

La Crète nourrit des formes ailées, *T. crucifer* (toujours ailé dans la région égéenne), *T. subnotatus*, dont la variété ailée se trouve aussi bien en Crète et dans les Cyclades, qu'en Grèce et en Macédoine.

Dans les îles du nord de l'Europe, on trouve aussi bien les espèces ailées qu'aptères, répandues dans toute la zone subarctique : *T. rubens* ailé en Islande, *T. obtusus* aptère aux Fär-Öer, *T. quadristriatus* ailé aux Shetland. Mais dans aucune de ces îles, il n'existe des espèces endémiques.

Aux Philippines, l'île de Luzon renferme un *Trechus* aptère; mais il s'agit d'une espèce montagnarde dont tous les proches parents habitent l'Himalaya et sont aptères.

Juan Fernandez, dans le Pacifique, a un *Trechisibus* aptère, *T. femoralis*, qui se retrouve également aptère au Chili. Toutes les espèces des îles

antarctiques enfin sont aptères, tant aux îles Crozet (*Temnostega*, *Amblystogenium*) qu'aux îles Falkland et dans l'archipel de la Terre de Feu (*Trechisibus*). Mais ici encore les proches parents continentaux sont presque tous aptères et il n'est pas possible de dire qu'aucune de ces espèces ait dû perdre ses ailes parce qu'elle habitait une île.

En somme, l'étude des *Trechinæ* ne montre qu'un seul exemple pouvant être interprété comme un cas d'aptérisme produit par l'isolement dans les îles, c'est celui du *T. quadristriatus* aptère de l'île d'Elbe. D'autres exemples, comme celui des espèces des îles Atlantides ou encore celui du *T. tyrrhenicus* corso-sarde, prouvent au contraire, avec évidence, que le seul fait d'habiter une île n'a aucune action sur la régression des ailes. Les espèces insulaires se montrent ailées ou aptères selon que leurs proches parents continentaux sont ailés ou aptères.

Il est facile de constater par l'étude de la variation des espèces continentales, que l'aptérisme survient presque toujours chez les lignées qui ont émigré au loin, soit en plaine vers des climats différents de celui du centre de dispersion, soit dans les chaînes de montagnes. Il survient aussi souvent sur place, sans qu'il y ait eu migration, mais il est alors en rapport avec des changements des conditions de milieu au cours des périodes géologiques et se produit toujours chez les lignées anciennes.

L'arrêt de développement des ailes est un phénomène du même ordre que la néoténie; sa cause est que l'espèce, dans un nouveau milieu, n'a plus son optimum de croissance. Il est le point de départ d'une évolution orthogénique spéciale, composée de toutes les modifications corrélatives de la perte de la fonction du vol : réduction du métathorax, déformation des élytres, atrophie de la partie postérieure de l'œil, raccourcissement des antennes, etc.

S'il existe dans les faunes insulaires un pourcentage élevé d'Insectes présentant tous les caractères de l'aptérisme, c'est surtout parce que l'isolement dans les îles a préservé de la destruction beaucoup d'espèces, relictes ou immigrées, qui seraient aussi bien aptères si elles avaient survécu sur le continent.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *L'action des facteurs externes sur les Infusoires. Le déterminisme de la formation des chaînes (dystomie) chez les* Colpidium. Note de M. **Édouard Chatton** et Mme **Chatton**, présentée par M. F. Mesnil.

Dans des Notes antérieures (¹), nous avons mis en évidence le rôle prépondérant des facteurs externes, dont la flore bactérienne, dans le déterminisme des différentes phases de l'évolution ontogénétique des Infusoires. On trouvera dans cette Note un exemple très net d'action bactérienne conditionnée elle-même par le milieu, et dont l'effet aurait pu, si cette action avait été méconnue, être imputée à des causes internes. Et l'on verra que c'est probablement à une influence de ce genre qu'eut affaire, à son insu, l'éminent biologiste américain Jennings quand il observa la formation de chaînes chez les Paramécies et l'interpréta comme une acquisition héréditaire.

Le *Colpidium camplyum* en culture pure mixte avec le *Bacillus fluorescens* se divise normalement en 20 minutes et les individus fils n'excèdent pas la moitié du volume du progéniteur. Mais si nous substituons dans ce complexe pur mixte un certain Colibacille, que nous appelons Colibacille D, au *B. fluorescens*, les individus fils restent soudés pendant plusieurs heures (dystomie), s'accroissent et forment ainsi des chaînes de deux ou quatre articles et même parfois, par défaut complet de scission, des monstres polyénergides. Les chaînes parviennent à se dissocier, mais les monstres n'y arrivent pas toujours et finissent alors par mourir. Dans ces chaînes ou dans ces monstres, les vacuoles alimentaires, au lieu d'être sphériques comme dans les Colpides normaux, sont étirées en longs canaux et les bols fécaux, au lieu d'être globuleux, forment des cordons irréguliers, modifications qui témoignent des perturbations profondes de l'équilibre plasmatique des Infusoires.

Étudiant le déterminisme de ces formations caténulaires, nous avons pu établir les faits suivants :

1° De toutes les bactéries en présence desquelles nous avons cultivé le *Colpidium* (trois Colibacilles, paratyphiques A et B, paracoli, typhiques, dysentérique, *typhi murium*, bactéries des eaux, etc.), une seule jusqu'ici s'est montrée dystomigène : le Colibacille D. Ce Colibacille D ne diffère des

---

(¹) *Comptes rendus*, 176, 1923, p. 1091, et 170, 1920, p. 1262.

autres Colibacilles par aucun des critères utilisés pour identifier ces bactéries et différencier leurs races, mais seulement par cette propriété dystomigène qui nous permet donc de le caractériser comme une race spéciale.

2° Le pouvoir dystomigène du Colibacille D ne s'exerce que dans les milieux d'origine végétale, et n'y apparaît qu'après 12 à 24 heures de culture. Il est largement indépendant du P_H et de la température, mais il est inhibé par les concentrations élevées du liquide en sels et en matières organiques.

3° Il est lié aux corps bacillaires mêmes. Les cultures deviennent actives quand elles sont privées des corps bacillaires par centrifugation ou par filtration, tandis que ces corps bacillaires, transportés en milieu neuf, s'y montrent immédiatement dystomigènes.

Le pouvoir dystomigène persiste chez les bacilles tués par la chaleur.

Étant donnés ces faits, nous pouvons faire l'hypothèse que les corps bacillaires digérés par les infusoires laissent diffuser en ceux-ci une substance (dystomine) élaborée aux dépens du milieu végétal qui modifie considérablement certaines propriétés physico-chimiques de leur plasma (tension superficielle ou viscosité).

4° L'action dystomigène du Colibacille D ne se manifeste, toutes conditions égales d'ailleurs, qu'à l'égard des deux espèces du genre *Colpidium : C. campylum* et *C. colpoda*, et à l'exclusion des autres infusoires des macérations végétales : Paramécies, *Glaucoma*, Colpodes. Les caractères morphologiques sur lesquels est basée la notion du genre *Colpidium* correspondent donc à une constitution plasmatique très semblable des espèces qui le composent.

On connaît déjà l'existence de formations caténulaires chez les Ciliés. Les unes, normales, ne se rencontrent que chez les parasites (*Anoplophryidæ Polyspira*, *Gymnodinioides*). Les autres, celles des Ciliés libres, sont pathologiques ou tératologiques. Nous n'en connaissons que chez *Frontonia leucas* (Shumway, 1915) et chez les Paramécies (Simpson, 1901), Mlle Sun (1912), Calkins (1911), Jennings (1908) [1]. Les trois premiers auteurs les ont signalées sans commentaires. Calkins les a obtenues chez des Paramécies en régénération après mérotomie. Le cas qui nous intéresse le plus ici est celui de Jennings.

Dans une lignée de Paramécies entretenues sur décoction de foin, en verres de montre, Jennings vit un jour se former une chaîne, et le phéno-

---

(1) *The Journ. of Exp. Zoölogy*, 5, 1908, p. 577.

mène se reproduire, dès lors, dans cette même lignée de temps à autre. Isolant alors, d'une part des individus solitaires, d'autre part des chaînes, il constata qu'après deux sélections, à 24 et 48 heures d'intervalle, les solitaires ne donnèrent que des solitaires, les chaînes seulement des chaînes et des monstres qui s'éteignirent le cinquième jour, étouffés par les bactéries. Jennings considéra cette tendance des Paramécies à former des chaînes comme un caractère acquis dont il étudia la transmission, sans se préoccuper d'une action possible du milieu. Et en présence du résultat de ses sélections, il conclut à l'hérédité de ce caractère et à l'apparition d'une nouvelle race de Paramécies. Son expérience et ses conclusions ont été relatées dans plusieurs ouvrages classiques.

Nous ne pouvons naturellement appliquer sans réserve les notions que nous ont fournies nos expériences au cas des Paramécies, qui elles, sont insensibles à l'action du Colibacille D. Mais il ne nous est pas interdit de supposer qu'elles puissent réagir à l'action d'une autre bactérie. Dans cette hypothèse, l'apparition des chaînes, et même l'effet des sélections, s'expliquent aisément : Une bactérie dystomigène s'est installée dans les cultures ouvertes de Jennings et s'y est perpétuée. Dans les cultures d'individus solitaires, où ceux-ci étaient nombreux, elle a été vite consommée et la dystomie a cessé de ce fait. Dans les cultures de chaînes issues d'un petit nombre d'individus, peu vivaces, la bactérie a pris le dessus et son action s'est continuée jusqu'à la mort des Infusoires. Tel est, en effet, le sort des chaînes ou des monstres de Colpides maintenus sans répit en milieu dystomigène tandis que, reportés en milieu inactif, ils reviennent à l'état normal. Cette dernière épreuve, Jennings n'a pu la tenter puisqu'il a toujours fait abstraction de la flore bactérienne et, d'une manière générale, des facteurs externes. Elle lui aurait sans doute donné le résultat que nous venons de dire et lui aurait montré que la dystomie, cessant peu après la disparition des facteurs qui la provoquent, n'est pas un caractère héréditaire acquis.

Conclusion. — Nos expériences font connaître : 1° une action bactérienne insoupçonnée jusqu'ici, perturbatrice de l'équilibre et inhibitrice de la division cytoplasmique; 2° une race nouvelle de Colibacilles que les critères usuels ne permettent pas de différencier, et qui est caractérisée par cette action; 3° la sensibilité spécifique des Ciliés du genre *Colpidium* à cette action, qui permet ainsi de compléter la définition morphologique de ce genre par une définition physiologique. Elles ajoutent une nouvelle preuve à celles que nous avons déjà fournies de l'importance des facteurs externes dans la vie des Infusoires et un exemple d'erreur résultant de leur méconnaissance.

HYGIÈNE. — *Épuration des eaux.*
Note de M. F. DIÉNERT, transmise par M. E. Roux.

Dans l'épuration des eaux on peut distinguer un processus chimique et un processus biologique.

Par exemple quand une eau, pauvre en matières organiques (moins de 3^{mg} par litre) est mise en flacon bien bouché avec FeS (10^{g} de FeS, 10^{g} de craie et 50^{cm^3} d'eau), l'oxygène dissous est absorbé, les nitrates et nitrites sont réduits, et l'on constate, en moins de huit jours, que l'eau est devenue complètement stérile. Voici un exemple d'épuration d'eau en milieu anaérobie. Une telle épuration se produit dans le sous-sol et nous avons toujours observé que toutes les eaux souterraines, signalées comme stériles, étaient celles qui ne contenaient pas d'oxygène dissous ni des nitrates; ces eaux sentent très souvent l'hydrogène sulfuré (eaux des alluvions du Nil au Caire, eaux de quelques puits artésiens de Paris, eaux artésiennes des sables du Soissonnais, eaux artésiennes de la craie de Cambrai, etc.).

S'il existe des eaux souterraines bien épurées contenant de l'oxygène dissous, aucune, prise avec les précautions d'usage, n'est véritablement stérile. Dans l'épuration chimique naturelle des eaux, les sels ferreux et manganeux ont une grande importance.

Le processus biologique de l'épuration des eaux est mieux connu, mais il peut être rapproché du processus chimique puisqu'un grand nombre de réactions chimiques comme l'oxydation du soufre [1], de l'ammoniaque, qui s'accomplissent dans le sol, sont d'ordre biologique.

Généralement le processus biologique demande une accoutumance préparatoire. Ainsi un filtre submergé n'est efficace qu'après plusieurs jours de fonctionnement, quand la membrane biologique, formée de diatomées, d'algues et de microbes, s'est développée à sa surface. Le filtre non submergé, sur lequel l'eau arrive en pluie à sa surface, s'y infiltre et disparaît immédiatement, n'a pas de membrane biologique. Il ne retient pas immédiatement le *B. coli*. Il lui faut un certain temps de mûrissement.

---

(1) Dans une Note récente, M. Guittonneau (*Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1142) a montré que, grâce à certains microbes qu'il a isolés, le soufre se trouvait transformé en hyposulfite. De notre côté nous avons obtenu de l'hyposulfite et du tétrathionate par oxydation du soufre en milieu pauvre en matières organiques et du sulfate seulement quand le milieu est riche en matières organiques.

Voici le résultat d'une expérience faite avec un filtre non submergé constitué avec du sable calibré et stérilisé qui recevait une eau, partiellement épurée, contenant 4000 *B. coli* par litre :

Réduction du B. coli (*pour* 100) *après* 1, 8, 30 *et* 60 *jours de fonctionnement.*

1 jour.	8 jours.	30 jours.	60 jours.
24	50	80	94

Le filtre mûrit donc peu à peu et s'accoutume à sa fonction épurante.

Vis-à-vis des substances dissoutes on retrouve cette période de mûrissement. Ainsi, en ajoutant, à l'état de sel ammoniac, 10^{mg} par litre d'ammoniac dans l'eau admise sur le filtre non submergé, on n'obtient qu'après 8 jours de fonctionnement une eau filtrée dans laquelle l'ammoniac a disparu et est complètement nitrifiée. Mais le filtre ainsi accoutumé conserve pendant plusieurs semaines son accoutumance, même quand l'eau ne renferme pas d'ammoniac. Si l'on remplace l'ammoniac par du phénol à raison de 1 à 2^{mg} par litre, au bout de 9 jours de fonctionnement du filtre, l'eau filtrée ne contient plus de phénol, oxydé par les microbes bien connus qui oxydent cette substance. Un filtre, accoutumé à oxyder le phénol, transforme également le gaïacol.

Cette adaptation du filtre est susceptible d'application pratique. On sait que les eaux de rivière ne peuvent être distribuées que filtrées. Elles sont susceptibles d'être polluées, grâce aux déversements industriels, par des produits chimiques divers, en particulier des phénols. L'eau ainsi filtrée, si elle est javellisée, a une odeur et un goût d'iodoforme qui la rend impropre à la consommation.

On évite ce grave inconvénient en accoutumant le filtre à l'acide phénique. C'est une opération très simple et peu coûteuse. L'accoutumance du filtre persiste même après son nettoyage lorsqu'on veut le décolmater. On peut, très simplement, de cette façon, supprimer un des grands inconvénients signalés de la javellisation des eaux de rivière.

Nous pourrions répéter pour l'oxydation du soufre les mêmes constatations que celles que nous venons de rapporter, ce qui nous permet d'affirmer que l'accoutumance préparatoire semble de règle générale dans le processus biologique de l'épuration des eaux.

La séance est levée à 17^{h}.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 16 février 1925.)

Note de M. *A. Lacroix*, Sur un nouveau type de roche éruptive alcaline mésocrate :

Page 481, ligne 2 en remontant, et page 484, ligne 12 en remontant, *au lieu de* grorudite, *lire* tinguaïte.

Page 484, ligne 16, *au lieu de* (¹) Zr, *lire* (¹) ZrO^2; *au lieu de* Cl^2O^3, *lire* Ce^2O^3.

(Séance du 2 mars 1925.)

Note de M. *Comas Solà*, Sur le mouvement du Soleil :

Page 649, ligne 16, *au lieu de* point normal, *lire* point vernal.

(Séance du 30 mars 1925.)

Note de M. *A. Baldit*, Sur un alignement de sources radioactives dans la région de Velay (Haute-Loire) :

Page 1026, ligne 10, *au lieu de :*

Sembadel.........	45° 16,7	1° 21,7	1080^m	34

lire :

Sembadel.........	45° 16,7	1° 21,7	1080^m	12

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances de mars 1925.

Notions fondamentales de chimie organique, par Charles Moureu. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1925; 1 vol. 22cm, 5.

Essais de détermination du prix de revient des transports par chemins de fer; esquisse d'une tarification résultant de la connaissance du prix de revient, par Thérèse Leroy. (Rapport présenté au 1er Congrès de l'Organisation scientifique tenu les 28, 29 et 30 juin au Conservatoire national des Arts et Métiers de Paris; Ve section : le prix de revient, 30 juin 1923). Montrouge, Imprimerie de l'Édition et de l'Industrie, s. d.; 1 fasc. 25cm. (Présenté par M. Ch. Lallemand.)

Les transports. La rotation du matériel dans les chemins de fer considérée au point de vue de la détermination du prix de revient des opérations qu'elle comporte, par Thérèse Leroy. Paris, Bureau d'études de M. Gustave Péreire, 1924; 1 fasc. 24cm. (Présenté par M. Ch. Lallemand.)

Essai mathématique sur les prix de revient des transports par chemins de fer, par Thérèse Leroy. Paris, Gauthier-Villars, Champion, Ch. Bernard, 1919; 1 vol. 27cm. (Présenté par M. Ch. Lallemand.)

Office scientifique et technique des pêches maritimes. Notes et Mémoires, n° 5 : *Recherches sur l'exploitation et l'utilisation industrielle des principales laminaires de la côte bretonne*, par P. Freundler et Mlle Y. Ménager. Angers, Gaultier et Thébert, 1921; 1 fasc. 25cm. Notes et Mémoires, n° 13 : *Recherches sur la variation de l'iode chez les principales laminaires de la côte bretonne*, par P. Freundler et Mlle Y. Ménager. Paris, Ed. Blondel La Rougery, 1922; 1 fasc. 25cm.

Notes et Mémoires, n° 26 : *Recherches sur la variation de l'iode chez les principales laminaires de la côte bretonne*, par P. Freundler et Mlles Y. Ménager et Y. Laurent. Paris, Ed. Blondel La Rougery, 1923; 1 fasc. 24cm, 5.

Notes et Mémoires, n° 41 : *Recherches sur les transformations et la nature de l'iode des* Laminaria flexicaulis, par P. Freundler et Mlles Y. Ménager, Y. Laurent et J. Lelièvre. Paris, Ed. Blondel La Rougery, 1925; 1 fasc. 24cm, 5. (Présentés par M. Louis Joubin.)

Théorie mathématique de l'électricité, 1re partie : *Introduction aux équations de Maxwell*, par Th. De Donder. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1925; 1 vol. 28cm, 5. (Présenté par M. G. Kœnigs.)

L'Année psychologique, publiée par Henri Piéron. Paris, Félix Alcan, 1924; 1 vol. 22cm, 5. (Présenté par M. Henneguy.)

Bulletin du Laboratoire de Morphologie expérimentale et d'Aviation de l'École de Hautes Études :

I. *Contribution à l'étude de la structure interne du vent*, par E. Huguenard, A. Magnan et A. Planiol.

II. *Le calcul des trajectoires des avions voiliers avec application au vol à voile dynamique*, par E. Huguenard et A. Sainte-Laguë.

III. *L'avion sans moteur; essais d'utilisation de l'énergie interne du vent par l'avion voilier Magnan*, par A. Magnan.

IV. *Étude sur l'énergie interne du vent; son rôle dans le vol à voile et la navigation aérienne*, par E. Huguenard, A. Magnan et A. Planiol. Paris, Roche d'Estrez, 1924; 4 fasc. 27cm. (Présentés par M. Mangin.)

Tables annuelles de constantes et données numériques de chimie, de physique et de technologie, publiées, sous le patronage de l'Union de chimie pure et appliquée, par le Comité international nommé par le VIIe Congrès de Chimie appliquée. Vol. V, 1re partie. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1925; 1 vol. 28cm. (Présenté par M. Charles Moureu.)

Science et industrie, par Henry Le Chatelier. Paris, Ernest Flammarion, 1925; 1 vol. 19cm.

The True Cause of Baldness, by I.-L. Nagler. New-York, 1925; 1 vol. 15cm.

Sur la théorie des équations aux dérivées partielles du premier ordre d'une seule fonction inconnue, conférences faites sous les auspices de la *Fondation Universitaire* dans les quatre Universités belges (1923-1924), par N.-N. Saltykow. Paris, Gauthier-Villars et Cie; Bruxelles, Maurice Lamertin, 1925; 1 vol. 29cm,5. (Présenté par M. Appell.)

Cosmographie et navigation, par C. Cornet. 1re partie : *Programme de capitaine de la marine marchande et d'élève officier.* Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1925; 1 vol. 25cm, 5. (Présenté par M. Bourgeois.)

The Production and Measurement of Low Pressures, by F.-H. Newman. London, Ernest Benn Ltd, 1925; 1 vol. 24cm.

Icones selectæ Fungorum, par P. Konrad et A. Maublanc. Fasc. 1. Paris, Paul Lechevalier, 1924; recueil de planches, 28cm. (Présenté par M. L. Mangin.)

Notations et formules vectorielles, par A. Lafay. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1925; 1 fasc. 23cm. (Présenté par M. d'Ocagne.)

Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht, par Albert Ier, prince souverain de Monaco, publiés sous sa direction avec le concours de M. Jules Richard. Fasc. LXIX : *Copépodes particulièrement bathypélagiques provenant des campagnes scientifiques du prince Albert Ier de Monaco.* Imprimerie de Monaco, 1924; 1 vol. 36cm. (Présenté par M. Ch. Gravier.)

(*A suivre.*)